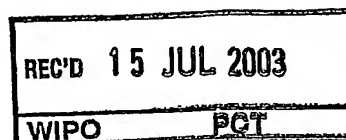


PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
NATIONAL BOARD OF PATENTS AND REGISTRATION

Helsinki 2.7.2003

10/511941
PCT/FI 03 / 0 0 3 0 3



ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Marioff Corporation Oy
Vantaa

Patenttihakemus nro
Patent application no

20020756

Tekemispäivä
Filing date

19.04.2002

Kansainvälinen luokka
International class

F02M

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Vesisumutusjärjestelmä"

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä Patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.



Marketta Tehikoski

Marketta Tehikoski
Apulaistarkastaja

Maksu 50.€
Fee 50. EUR

Maksu perustuu kaupp- ja teollisuusministeriön antamaan asetukseen 1027/2001 Patentti- ja rekisterihallituksen maksullisista suoritteista muutoksineen.

The fee is based on the Decree with amendments of the Ministry of Trade and Industry No. 1027/2001 concerning the chargeable services of the National Board of Patents and Registration of Finland.

Osoite:	Arkadiankatu 6 A	Puhelin:	09 6939 500	Telefax:	09 6939 5328
	P.O.Box 1160	Telephone:	+ 358 9 6939 500	Telefax:	+ 358 9 6939 5328
	FIN-00101 Helsinki, FINLAND				

VESISUMUTUSJÄRJESTELMÄ

Keksinnön tausta

- 5 Keksinnön kohteena on patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukainen vesisumutusjärjestelmä.

10 Keksinnön kohteena on erityisesti järjestelmä vesipitoisen nestesumun syöttämiseksi, edullisimmin turboahdetun, mäntämoottorin imuilmaan typpioksidipäästöjen (NO_x) vähentämiseksi. Korkeissa palamislämpötiloissa mäntämoottorin sylinterissä syntyy palamistapahtuman aikana typpioksideja, jotka pääsevät pakokaasun mukana ilmaan. Typpioksidipäästöjen ilmastolle haitallisten vaikutusten takia niiden muodostuminen pyritään minimoimaan.

15

Veden lisääminen palamistapahtumaan joko vesihöyryn tai vesipisaroiden muodossa alentaa tunnetusti typpioksidien muodostumista. Tämä ilmiö perustuu jäähdyttävään vaikutukseen. Sylinteriin joutunut vesi laskee höyrystyessään sylinterissä olevan ilman lämpötilaa ja samalla painetta. Paineen lasku vaikuttaa epäedullisesti hyötysuhteeseen, joskin paineen ja lämpötilan lasku vaikuttavat myönteisesti typpioksidien muodostumiseen. Syötettäessä vesi pisaroina imuilman mukana sitä menee lisäksi hukkaan sylinterin huuhtomisvaiheen aikana ja vedenkulutus kasvaa. Syötettäessä sylinteriin vesihöyryllä kyllästettyä ilmaa, täyttökaasun lämpökapasiteetti kasvaa ja sen palamistapahtuman lämpötiloja laskeva vaikutus on olennaisesti suurempi kuin kuivalla ilmalla. Palamislämpötiloja laskeva vaikutus kasvaa vesihöyrypitoisuuden mukana, vaikuttamatta kuitenkaan epäedullisesti hyötysuhteeseen. Koska myös sylinteriin syötettävän kaasun lämpötilan nousu lisää typpioksidipäästöjen syntymistä sekä veden kulutusta, on toivottavaa pitää kaasun lämpötila mahdollisimman alhaisena, mutta kuitenkin niin korkeana, että vesihöyryä on typpioksidien vähentämiseen riittävä määrä sylinteriin syötettävässä kaasussa.

- 35 Toivotun vesimäärän höyrystämiseen on esitetty eräs laitteisto patenteissa US 5758606 ja US 6196165. Tämän laitteiston eräänä heikkoutena on turboahhtimen ja sylinterin väliin asennettavan laitteen imukana-

- viston tilavuutta lisäävä vaikutus, jolla on huomattava vaikutus moottorin tehonotto-kykyyn. Tehonotto-kykyyn vaikuttaa ahtimen jälkeinen tilavuus, koska tehonnostossa tai laskussa ahtimen tuottama ilman paine lisää ilman tiheyttä ja sylinteriin menevän kaasun määrää. Jos tilavuus
- 5 ahtimen ja sylinterin välissä kasvaa, kestää huomattavasti kauemmin ennen kuin ahtimen tuottama ilmamäärä nostaa paineen toivotulle tasolle ja moottorin tuottama teho nousee. Toisena laitteiston heikkoutena on höyrystyksessä käytetyn haihduttavia pintoja pitkin vaellun lämmitetyn veden ilman lämpötilaa nostava vaikutus. Laite ei kykene hyödyntämään veden haihtumisen yhteydessä syntyvää jäähdyttävää vaikutusta, vaan laitteesta ulostuleva kaasu on suhteellisen korkeassa
- 10 lämpötilassa, jolloin myös typpioksidien vähentämiseen vaadittu vesihöyryn määrä ja samalla veden kulutus kasvaa huomattavasti.
- 15 Julkaisussa WO98/10185 puolestaan on esitetty laitteisto, jossa ahtimen tuottamaa ilmaa ja sen painetta käytetään hyväksi ruiskutettaessa vettä ahtimelle tulevan ilman kostuttamiseksi. Tämän järjestelmän eräänä heikkoutena on tulevan ilman suhteellisen alhainen lämpötila, jolloin ilmaan haihtuvan vesihöyryn määrä jää vähäiseksi, eikä siten
- 20 saavuteta merkittävää typpioksideja vähentävää vaikutusta. Toisena heikkoutena on vesimäärää lisättäessä, että vesipisarat eivät kykene haihtumaan ilman kyllästyttyä, jolloin vesipisarat ajautuvat ahtimeen ja kuluttavat ahtimen siipiä pisaraeroosion kautta. Termodynaamisesti tarkastellen pisaroiden ajautuminen ahtimeen on toivottavaa, koska se
- 25 vähentää ahtimen tekemää työtä lisäten ulostulevan paineistetun ilman painetta ja laskien samalla ulostulevan paineistetun ilman lämpötilaa, mutta käytännössä on osoittautunut, että hyvin suurella nopeudella pyörivä ahdin – n. 50 000 – 100 000 rpm – on erittäin herkkä aiemmin
- 30 mainitulle pisaraeroosiolle.
- Tämän keksinnön tarkoituksena on aikaansaada vesisumutusjärjestelmä vesisumun syöttämiseksi erityisesti mäntämoottorin imukanavistoon, jonka avulla voidaan välttää tunnetun tekniikan haittoja.
- 35 Keksinnön mukaiselle järjestelmälle on pääasiassa tunnusomaista se, että järjestelmä käsittää välineet säädettävän vesisumutuksen aikaan-

saamiseksi ainakin yhteen kohtaan imuilmakanavassa riippuen moottorin kuormasta ja/tai kierrosluvusta ja/tai lämpötilasta.

5 Keksinnön mukaiselle järjestelmälle on lisäksi tunnusomaista se, mitä on mainittu patenttivaatimuksissa 2 - 17.

Keksinnön mukaisella ratkaisulla on lukuisia merkittäviä etuja. Keksinnön kohteena olevassa laitteistossa aiemmin kuvatut epäedulliset vaikutukset ja puutteellisuudet on onnistuttu poistamaan käyttämällä sää-
 10 dettävää vesisumutusta, jota erityisesti suutinmäärää ja/tai suutinten kokoa ja/tai laatua vaihtelemalla, jaetaan yhteen tai useampaan kohtaan imukanavassa moottorin kuormasta ja lämpötilasta riippuen. Keksinnön mukaisesti vesivuo jaetaan useammalle pienelle suuttimelle, jotta saadaan riittävän pieniä pisaroita tuotetuksi ja /tai jaetuksi suu-
 15 remmalle alueelle imukanavassa optimaalisen haihdutuksen aikaansaamiseksi. Keksinnön mukaisessa järjestelmässä saadaan sumutus myös kohdistettua imuilmakanavistossa optimaalisiin kohtiin, joissa on tyypillisesti korkein lämpötila ja/tai ilmavirtaus. Keksinnön mukaisessa järjestelmässä pystytään vaihtelevaan sumuttavien suutinten määrää,
 20 suihkutuskohtaa ja/tai suihkutussuuntaa imukanavistossa vesimäärän tarpeen mukaan, esimerkiksi moottorin kuormituksen ja/tai kierrosluvun perusteella. Keksinnön mukaisessa järjestelmässä pystytään edelleen ylläpitämään korkeaa suutinpainetta, jotta sumutettava pisarakoko pysyy riittävän pienenä. Järjestelmässä voidaan lisäksi vaihdella suih-
 25 kutusta eri ominaisuuksin varustettujen suutinten kesken. Keksinnön mukaisella järjestelmällä aikaansaadaan optimaalinen pisarankoko imuilmaan suihkutettavalle nesteelle. Keksinnön mukaisella järjestelmällä saadaan lisäksi optimaalinen lämpötila imuilmaan. Käyttämällä suutinpuhdistusjärjestelmää osana vesisuihkutusjärjestelmää saavutetaan järjestelmällä erittäin luotettava toiminta, koska vältetään suutin-
 30 ten mahdolliselta tukkeutumiselta. Käyttämällä osana järjestelmää ulosponnahtavia suuttimia voidaan edelleen vähentää suuttimien tukkeutumisvaaraa. Toisaalta käyttämällä ulosponnahtavia suuttimia eivät suuttimet haitta imuilmakekanavan virtauksia, kun järjestelmä on poissa
 35 käytöstä.

Koska laitteisto on kytketty suoraan imuilmakanavan rakenteisiin ja sen avulla tuotetaan hienoa sumua suoraan ilmaan käyttämättä ylimääräisiä kammioita tai muita säiliöitä, se kykenee käyttämään täysimääräisesti hyväkseen veden haihtumiseen vaaditun lämpömäärän jäädyttäen 5 imuilmaa kussakin ruiskutuskohdassa lähes märkälämpötilaan (tai adiabaattiseen saturaatiolämpötilaan, joka on vesi-ilmaseoksella käytännössä sama asia), eli siihen lämpötilaan, johon veden haihtumisella on mahdollista laskea ilman lämpötila. Koska keksinnön mukaisen laitteen kytkeminen turboahdettuun moottoriin ei vaadi imujärjestelmän 10 tilavuuden muutoksia, se ei myöskään vaikuta moottorin tehonottookykyyn epäedullisesti.

Keksinnön mukaisen laitteiston etuna on myös mahdollisuus lisätä imuilman kosteutta vaiheittain kunkin lämmöntuontikohdan jälkeen, 15 säättäen siten sylinteriin menevän kaasun kosteutta ja siten typpioksidien muodostumista halutuissa rajoissa.

Kuvioiden lyhyt selostus

20 Seuraavassa keksintöä selostetaan yksityiskohtaisemmin esimerkin avulla viittaamalla oheiseen piirustukseen, jossa

kuvio 1 esittää erästä keksinnön mukaista järjestelmää turboahdetun mäntämoottorin yhteydessä,

25 kuvio 2a, 2b esittää erästä keksinnön mukaisen järjestelmän suihkutuspäätä leikattuna,

30 kuvio 3a esittää erästä keksinnön mukaisen sumutusjärjestelmän säätöjärjestelmää kaaviona,

kuvio 3b esittää kuvaajaa kuvion 3a järjestelmän toiminnasta,

35 kuvio 4 esittää erästä keksinnön mukaista sumutusjärjestelmää ja sumutusjärjestelmässä hyödynnettävää puhdistusjärjestelmää, ja

kuvio 5 esittää erästä keksinnön mukaista järjestelmää kaaviona.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

- 5 Keksintö kohdistuu siis vesisumutusjärjestelmään, erityisesti mäntämoottorin 1 imuilman kostuttamiseksi typpioksidipäästöjen vähentämiseksi, joka järjestelmä käsittää ainakin yhden suuttimen 9, 10, 11, 12, 13 vesipitoisen nestesumun suihkuttamiseksi imuilmakanavaan 2 sekä välineet 21, 15, 17, 18, 9 - 13 suihkutettavan nesteen johtamiseksi
- 10 suuttimelle. Järjestelmä käsittää välineet säädettävän vesisumutuksen aikaansaamiseksi ainakin yhteen kohtaan imuilmakanavassa 2 riippuen moottorin kuormasta ja/tai kierrosluvusta ja/tai lämpötilasta. Järjestelmässä imuilmakanavaan 2 sumutettava vesimäärä (vesivuo) jaetaan usealle suuttimelle 9, 10, 11, 12, 13. Tyypillisesti vesivuo jaetaan usealle pienelle suuttimelle, jotta saavutetaan pieni pisarakoko. Sumutettava vesimäärä jaetaan imuilmakanavassa 2 suuremmalle alueelle optimaalisen haihdutuksen aikaansaamiseksi, edullisimmin kohtiin, joissa on korkea, edullisimmin korkein, lämpötila ja/tai ilman virtausnopeus tai niiden läheisyyteen. Järjestelmässä sumuttavien suutinten 9, 10, 11,
- 20 12, 13 lukumäärä on sovitettu/sovitettavissa sumutettavan vesimäärän tarpeen mukaan. Vesisumun suihkutuskohda ja/tai suihkutussuunta on sovitettu/sovitettavissa sumutettavan vesimäärän tarpeen mukaan. Järjestelmässä pyritään pitämään yllä korkeaa suutinpainetta, jotta sumutettavan nesteen pisarakoko pysyy pienenä. Järjestelmä käsittää edullisesti ominaisuuksiltaan erilaisia suuttimia 9, 10, 11, 12, 13, jolloin suihkuttavien suutinten määrää ja/tai suutintyyppiä vaihdellaan vesimäärän tarpeen mukaan. Järjestelmässä useita suuttimia 9, 10, 11; 12, 13 voi olla järjestetty samaan kiinnitysrunkoon 6, 7. Järjestelmä käsittää säätölaitteiston, jolla ainakin osan suuttimista 9 - 13 suihkutusta
- 30 voidaan säätää.

- Järjestelmä käsittää ainakin yhden venttiililimen 13, 14, jolla ainakin yhdelle suuttimelle 9 - 13 menevää nesteenkulkutietä säädetään ja/tai avataan/suljetaan. Järjestelmä käsittää säätöjärjestelmän, jonka avulla paine suuttimille menevässä ainakin yhdessä syöttöputkessa 17 pidetään ainakin lähes vakiona tai ennalta määritetyllä tasolla pumpun 15
- 35

- tuotosta riippumatta. Järjestelmän eräs suoritustapa käsittää tuoton-
sääto-pumppuyksikön, jossa säädetään vakioaine painehajauksella
niin, että paine on ainakin yhdessä suuttimille menevässä syöttöputkes-
sa vakio. Järjestelmän eräässä toisessa suoritustapa käsittää sääto-
5 järjestelmän, jossa on vakiotuottoinen pumppu ja jossa säädetään va-
kiopaine ainakin yhdessä suuttimille menevässä syöttöputkessa ventti-
lijärjestelmällä. Järjestelmä käsittää edelleen järjestelmän suuttimien
puhdistamiseksi ja/tai puhtaanapitämiseksi.
- 10 Kuviossa 1 on esitetty eräs keksinnön mukainen järjestelmä/laitteisto
kaavamaisesti mäntämoottorin 1, kuten dieselmoottorin, imukanavan 2
yhteyteen asennettuna. Imukanava 2 ja poistokaasukanava 3 on esi-
tetty kuviossa yksinkertaistettuna. Kuvion mukainen moottori on va-
rustettu ahtimella 4, joka syöttää ylipaineella ilmaa moottorin imukana-
15 vistoon 2. Tarkoituksena vähentää moottorin typpioksidipäästöjä imu-
kanavistoon on asennettu ainakin yksi suutin 9 - 13, joka on sovitettu
syöttämään vesisumua imukanavistoon 2. Imukanavistoon on järjes-
tetty kuvion tapauksessa myös lämmönvaihdin 5, kuten ahtoilman
väliläähdytin, joka toimii myös lämmittimenä.
- 20 Suihkutuslaitteiston ainakin yksi suutin on kytketty suoraan imuilma-
kanavan 2 rakenteisiin ja sen ainakin yhden suuttimen käsittävän suu-
tinpään 6, 7 avulla tuotetaan hienoa sumua suoraan imukanavan
imuilmaan. Keksinnön mukaista ratkaisua käytettäessä ei tarvita imuil-
25 makanavaan järjestettyjä ylimääräisiä kammiota tai muita säiliöitä.
Suuttimet syöttävät vesisumua imuilmakanavaan korkealla paineella.
Laitteisto käsittää välineet vaaditun vesimäärän tuottamiseksi haluttuun
paineeseen ja mahdollisimman edullisen pisarakoon saavuttamiseksi.
Paine nesteen syöttöputkistossa on tyypillisesti yli 10 bar, suositelta-
30 vasti yli 30 bar, edullisimmin yli 50 bar. Paine voi olla tyypillisesti välillä
10 - 300 bar. Imukanavistoon suihkutettava neste, erityisesti vesipitoi-
nen neste on hienojakoista sumua. 50 % veden tilavuudesta (Dv50) on
pisaroina, joiden pisarakoko on tyypillisesti alle 200 mikrometriä, suo-
sittelavasti alle 100 mikrometriä ja vielä suositeltavammin alle 50 mik-
35 rometriä. Suurella kuormituksella pisarakoko voi olla suurempi.

Laitteisto käsittää välineet vesipohjaisen nesteen tuomiseksi suuttimille. Kuvion 1 sovellutusmuodossa laitteisto käsittää nestelähteen 21, josta nestettä pumpataan pumpulla 15 putkea 17 pitkin. Pumppua käyttää käyttölaite 16. Pumppu on tyypillisesti korkeapainepumppu, esimerkiksi mäntäpumppu. Neste voidaan ohjata kanavia 18, 19 eri suuttimille 9 - 13. Kuvion 1 mukaisesti useita suuttimia 9-11; 12-13 voidaan liittää samaan kiinnitysrunkoon 6, 7. Kuvion mukaisessa kiinnitysrungossa 6,7 on jokaista suutinta 9, 10, 11, 12, 13 varten oma kanavansa. Tällöin voidaan ohjata kullekin suuttimelle 9, 10, 11, 12, 13 tulevan paineväliaineen painetta ja/tai virtausta yksilöllisesti. Erään toisen sovellutusmuodon mukaan suihkutuspään suuttimet voidaan järjestää ryhmiin niin, että yksi syöttökanava on johdettu useampiin suuttimiin. Suihkutuspään suuttimilla voi olla keskenään erilaisia ominaisuuksia, jotka on sovitettu kunkin sijoituskohteen mukaisesti. Suihkutuspään muoto, suutinten lukumäärä ja niiden suuntaus voivat vaihdella sovellutuskohteen mukaisesti. Suuttimeen voidaan syöttää myös eri väliaineita kuten vettä ja kaasua. Suuttimia ei ole kuviossa esitetty yksityiskohtaisesti, mutta ne voivat olla sovellutuskohteen mukaan vaihdettavia. Suuttimet ovat siten tyypiltään sellaisia, jotka sumuttavat hienoa sumua syötettäessä niihin nestettä korkealla paineella. Tällaisia suuttimia tunnetaan monenlaisia, esimerkiksi vesisumua hyödyntävän palonsammutustekniikan yhteydestä. Esimerkiksi julkaisuissa WO 92/20454 ja WO 94/06567 on esitetty vesisumua korkeassa paineessa tuottavia suuttimia. Luonnollisesti suuttimet voivat olla muunlaisiakin, esimerkiksi julkaisussa WO 01/45799 on esitetty vielä eräs suutin.

Imullman virtaussuunta imukanavistossa 2 on merkitty kuvioon nuolella.

Tyypillisesti suuttimien kautta sumutettavan nestesumun suihkutussuunta valitaan siten, että saavutetaan maksimaalinen suhteellinen nopeus- ja lämpötilaero.

Tyypillisesti suuttimien kautta syötettävää vesimäärä lisääntyy kun moottorin kuormitus kasvaa. Tällöin voidaan pienellä moottorin kuormituksella syöttää vettä vain osaan suuttimista ja kuormituksen kasvaessa lisätä suihkuttavien suuttimien lukumäärää. Vastaavasti voidaan

suihkutuspäähän järjestää suuttimia, joilla on erilaiset ominaisuuksia, kuten virtaus, suuttimen tuottama pisarakoko jne. Tällöin voidaan aikaansaada erilaisia kombinaatioita, jotka on sovitettavissa hyvin monenlaisiin suihkutuspään käyttökohteisiin, erilaisille moottorityypeille
 5 erilaisiin sijoituskohteisiin ja olosuhteisiin.

Tyypillisesti suuttimien kautta syötettävää vesimäärä lisääntyy kun moottorin kuormitus kasvaa. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi ohjausjärjestelmällä, jossa kasvatetaan pumppua käyttävän käyttölaitteen
 10 avulla pumpun 16 kierroslukua. Tällöin paine syöttöputkistossa 17 kasvaa, jolloin painelähettimen antamien tietojen perusteella avataan nesteenkulkuteitä 18, 19 useammalle suuttimelle 9 - 13 ja/tai otetaan käyttöön suuremman suihkutuskapasiteetin omaava suutin avaamalle
 15 sille nesteenkulutie. Vastaavasti kuormituksen pienentyessä suljetaan nesteenkulkuteitä osalle suuttimesta ja/tai otetaan käyttöön pienemmän suihkutuskapasiteetin omaava suutin. Vastaavasti voidaan järjestää niin, että pienellä kuormituksella suihkutetaan nestettä pienemmän pisarakoon antavista suuttimista ja kuormituksen kasvaessa suurennetaan pisarakokoa, esimerkiksi avaamalla nesteenkulutie suurempia
 20 pisaroita tuottaville suuttimille. Voidaan myös järjestää niin, että paine on syöttöputkistossa pienellä kuormalla, jossa lämpötila on alhaisempi, korkeampi, jolloin aikaansaadaan suuttimella pienempiä pisaroita pienellä kuormalla.

25 Sääto voidaan myös järjestää niin, että suihkutusjärjestelmän pumppuyksikköä säädetään vakiotehonsäädöllä. Pumppuyksikön teho on paine putkistossa kerrottuna nesteen virtausmäärällä aikayksikössä ($P[kW]=p[bar]*Q[l/min]=vakio$). Säätotavassa pyritään pitämään pumppuyksikön teho vakiona. Virtausmäärän kasvaessa pienennetään
 30 painetta ja päin vastoin, niin että teho pysyy olennaisesti vakiona tai lähes vakiona.

Edellä esitetyt sovellutusmuodot ovat vain esimerkkejä. Niinpä joissakin sovellutusmuodoissa voi olla mahdollista, että syötettävä vesimäärä
 35 pienenee moottorin kuormituksen mukaan.

Keksinnön mukainen laitteisto kykenee käyttämään täysimääräisesti hyväkseen veden haihtumiseen vaaditun lämpömäärän jäähdyttäen imuilmaa kussakin ruiskutuskohdassa lähes märkälämpötilaan (tai adiabaattiseen saturaatiolämpötilaan, joka on vesi-ilmaseoksella käytännössä sama asia), eli siihen lämpötilaan, johon veden haihtumisella on mahdollista laskea ilman lämpötila.

Keksinnön mukaisessa laitteistossa lisätään imuilman kosteutta edullisimmin vaiheittain kunkin lämmöntuontikohdan jälkeen. Imuilman virtaussuunnassa vesisumua suihkutetaan ennen viimeistä lämmöntuontikohtaa, jota edullisesti voidaan käyttää veden valeluhaihdutuspintana. Tällöin säädetään sylinteriin menevän kaasun kosteutta ja siten typpioksidien muodostumista halutuissa rajoissa.

Laitteistoon kuuluu suihkutettavan veden määrän säätöön vaadittu järjestelmä, jonka avulla imuilmaan haihdutettavaa veden määrää ja imuilman jäähdytystä voidaan hallita. Laitteisto käsittää venttiilielimiä 13, 14, jotka on järjestetty suuttimille menevien nesteenkulkuteiden, kuten putkien 18, 19 yhteyteen. Venttiileitä 13, 14 ohjataan tyypillisesti ohjausjärjestelmällä 20. Tällöin voidaan tarpeen mukaan aukoa ja sulkea nesteenkulkuteitä 18, 19.

Kuvioissa 2a ja 2 b on esitetty eräs järjestelmässä hyödynnettävissä olevan suihkutuspään sovellutusmuoto. Suihkutuspää mäntämoottorin imuilman kostuttamiseksi, joka suihkutuspää 201 käsittää ainakin yhden suuttimen 203 ja yhden kanavan 211 imuilmaa kostuttavan nesteen syöttämiseksi imuilmakeanavaan 205 tai tilaan joka johtaa moottorin imuilmakeanavaan. Suihkutuspää 201 on liikutettavissa ainakin kahden asennon välillä, ensimmäisen asennon, jossa ensimmäisessä asennossa suihkutuspää on sisäänvedettynä ja toisen asennon, jossa toisessa asennossa suihkutuspää 201 on ulostyöntyneenä. Ei-aktiivisessa tilassa, ensimmäisessä asennossa (kuvio 2a), suihkutuspää on sisäänvedettynä ja aktiivisessa tilassa, toisessa asennossa (kuvio 2b), suihkutuspään ainakin yksi suutin 203 ulottuu suihkutuspään pitimen 202 reunojen ja/tai imuilmakeanavan 205 sisäpinnan tasoon nähden imuilmakeanavan sisäpuolelle.

Pitimeen 202 on järjestetty ainakin yksi ohjauselin 213 ja suihkutuspäähän, edullisimmin varsiosaan 207 ainakin yksi ohjauselimen vastinpinta 214 suihkutuspään pitämiseksi halutussa suunnassa. Ohjauselin 213 on esimerkiksi ura, johon varsielimessä oleva liikkeensuuntainen kohouma on sovitettu. Ohjauselin voi myös muodostua esimerkiksi vierintäelimistä, kuten kuulista tai rullista, joiden väliin vastaelin 214 on sovitettu liikkuvasti.

Suihkutuspää 201, edullisimmin sen varsiosa 207, ja pidin 202 on järjestetty toimimaan mäntä-sylinteri-yhdistelmänä, jossa suihkutuspäähän, edullisimmin sen varsiosaan 207 on järjestetty mäntäosa 206 ja pidin 202 käsittää sylinterikammion 208, johon mäntäosa järjestetty liukuvasti. Kuvion 2a sovellutusmuodossa pitimen 202 imuilmakanavaan 205 nähden vastakkaisesta päästä 216, sisäänantulosta 209, tuodaan putkielimellä (ei esitetty) paineväliainetta sylinterikammioon 208 männän 206 alapuolelle. Paineväliaineen vaikutuksesta mäntä siirtyy kuviossa ylöspäin siirtäen samalla suihkutuspään 201, joka on järjestetty varsiosaan 207 kuvion 2b mukaiseen toiseen asentoon. Väliaine pääsee samalla kammiosta 208 varsiosaan 207 järjestettyä kanavaa 211 pitkin suuttimelle 203, josta se suihkutetaan imuilmakanavaan. Kanavaan 211 on tyypillisesti järjestetty kuristinelin 217. Mäntäosaan 206 on järjestetty tiivistinelin 212 tai vastaava sen järjestämiseksi liukuvasti pitkin sylinterikammion 208 sisäpintaa.

Suihkutuspään yhteyteen on järjestetty välineet suihkutuspään 201 siirtämiseksi ulostyöntyneestä asennosta sisäänvedettyyn asentoon. Tyypillisesti suihkutuspään 201 ja pitimen 202 väliin on järjestetty jousielin 210 suihkutuspään siirtämiseksi ulostyöntyneestä asennosta sisäänvedettyyn asentoon. Jousielin on edullisesti järjestetty mäntäelimen 206 ja pidinosan 202 imuilmakanavan 205 puoleisen päätykappaleen väliin. Jousi on kierrejousi, joka puristuu kokoon kun suutinpää siirtyy ulostyöntyneeseen asentoon. Jousivoima ja/tai mahdollinen imuilmakanavassa vaikuttava paine siirtävät suihkutuspään sisäänvedettyyn asentoon, kun mäntään vaikuttava paineväliaineen paine laskee alle halutun arvoin.

Suihkutuspää on kiinnitetty Imuilmakanavan seinämään 205 tyypillisimmin jäykästi, esimerkiksi kiinnitysvälineillä 204, kuten ruuveilla tai pulteilla, laipasta 215. Imuilmakanavan seinämään 205 on muodostettu aukko suihkutuspäätä varten. Kuvion 2a sovellutusmuodossa suihkutuspää, ainakin sen suuttimet 203, jäävät suihkutuspään liikesuunnassa Imuilmakanavan seinämän aukon imuilmakanavan puoleisten sisäreunojen muodostaman kuvitellun pinnan ulkopuolelle. Jos suihkutuspää on muodostettu olennaisesti sylinterimäiseksi avautuvat suuttimet tyypillisesti sylinteripinnalle. Vastaavasti jos suihkutuspää on muodostettu kartiomaiseksi avautuvat suuttimet kartiopinnalle. Tyypillisesti suuttimet avautuvat suihkutuspään sivupinnalle.

Kuviossa 3a on eräs keksinnön mukaista vesisumutusjärjestelmässä käytettävää säätöjärjestelyä kaavamaisesti kuvaava kaavio. Järjestelmä käsittää ainakin kaksi suutinta 301a, 301b, 301c, 301d, jotka on järjestetty moottorin imuilmakanavaan (ei esitetty) tai vastaavaan moottorin palotilaan johtavaan tilaan imuilman kostuttamista varten. Kuvion mukaisessa tapauksessa on esitetty neljä suutinta, joille johtaa kanava 302a, 302b, 302c, 302d paineväliaineen, edullisimmin vesipitoisen nesteen syöttöputkesta 304. Syöttöputkeen paineväliainetta syöttää pumppu 306, käyttölaitteen 307 käyttämänä. Paineväliainetta pumppu pumppaa paineväliainelähteestä 310, kuten säiliöstä. Viitenumerot 308 ja 309 osoittavat putkea ja kevennysventtiiliä, joiden kautta neste pääsee virtaamaan siinä tapauksessa, että pumpun paineja paine putkessa 308 nousevat yli tietyn, ennalta asetettavissa olevan raja-arvon. Viitenumerot 313 ja 315 osoittavat venttiilejä, ja viitenumero 314 suodatinta. Suodatin estää sellaisten partikkeleiden pääsyn suihkutuslaitteistoon, jotka voisivat tukkia suihkutuspään suuttimen 301a, 301b, 301c, 301d. Kun säiliön 310 nestetaso alenee alle tietyn tasonkytkin 311 avaa venttiilin 313. Kytkin 324 sulkee venttiilin kun veden taso säiliössä 310 on noussut tietylle korkeudelle.

Pumppu 307 on edullisesti vakiotuottopumppu, joka käydessään pump-paa aina olennaisesti saman määrän Q aikayksikössä paineväliainetta syöttöputkeen 304. Pumpun käyttölaite on edullisesti moottori, kuten sähkökäyttöinen tasavirtamoottori, joka käyttää pumppua vakionopeudella. Suuttimille meneviin kanaviin 302a, 302b, 302c, 302d on järjes-

tetty venttiililimet A1, B1, C1, D1, jotka on avattavissa ja suljettavissa
 ohjausjärjestelmän ohjaamina. Tyypillisesti ohjausjärjestelmä ohjaa
 venttiileitä A1, B1, C1, D1 sumutettavan nesteen tarpeen mukaan,
 edullisimmin moottorin kuormituksen mukaan, jolloin suuttimilla 301a,
 5 301b, 301c, 301d imuilman joukkoon syötettävä nestemäärä tyypilli-
 sesti kasvaa moottorin kuormituksen kasvaessa. Järjestelmä käsittää
 paluuputken 305, jota kautta imuilman joukkoon syöttämätön neste-
 määrä palaa tankkiin 310. Syöttöputken 304 ja paluuputken 305 väliin
 on järjestetty venttiililimet A2, B2, C2, D2, jotka on avattavissa ja
 10 suljettavissa ohjausjärjestelmän ohjaamina. Kutakin suuttimien 301a,
 301b, 301c, 301d suljettuna olevaa syöttökanavaa 302a, 302b, 302c,
 302d vastaa paluuputkeen 305 avoinna oleva kanava 303a, 303b, 303c,
 303d. Jos kalkki suuttimien syöttökanavien venttiilit A1, B1, C1, D1
 ovat avoinna ovat paluuputkeen 305 johtavan kulkutien venttiilit A2,
 15 B2, C2, D2 suljettu ja päinvastoin. Paluukanavien k-arvojen summa
 vastaa olennaisesti suljettuna olevien suuttimien ja niiden syöttökanavi-
 en k-arvojen summaa. Kuvion 3 mukaisessa sovellutusmuodossa ku-
 hunkin paluuputkeen 305 johtavaan kanavaan 303a, 303b, 303c, 303d
 on järjestetty kuristinelin, jonka on säädetty vastaamaan suljettuna
 20 olevan suuttimen k-arvoa. Järjestelmän k-arvojen summa pysyy siten
 olennaisesti vakiona. Kuvion 3 tapauksessa syöttöputkesta suuttimelle
 301a menevä syöttökanavan 302a venttiililini A1 on auki sallien nes-
 teen virrata suuttimelle. Muiden suutinten syöttökanavien venttiilit B1,
 C1, D1 ovat suljetut estäen nesteen virtaamisen suuttimille 301b, 301c,
 25 301d. Vastaavasti paluujohdossa 305 johtavan kanavan 303a venttiili A2
 on suljettuna estäen nesteen pääsyn kanavan 303a kautta paluujoh-
 dossa. Muiden suljettuina olevien, suuttimille meneviä kanavia vastaavi-
 en, syöttöputken ja paluuputken väliin järjestettyjen kanavien 303b,
 303c, 303d venttiilit B2, C2, D2 ovat avoinna sallien nesteen virrata ni-
 30 den kautta paluujohdossa 305. Kanaviin on järjestetty kuristus 317b,
 317c, 317d tai vastaava, joka vastaa suljettuna olevien suutinten k-
 arvoja. Järjestämällä ominaisuuksiltaan erilaisia suuttimia, joilla on eri-
 laisia nesteen virtausmääräkapasiteetteja saadaan katetuksi erittäin
 laaja säätöalue tarkasti. Kuvion 3a tapauksessa käyttämällä pumppua,
 35 jonka tuotto on 15 l/min, ja jossa suuttimella 301a on tuotto 1 l/min,
 suuttimella 301b tuotto 2 l/min, suuttimella 301c tuotto 4 l/min ja
 suuttimella 301d tuotto 8 l/min, saadaan avaamalla ja sulkemalla vent-

tiilejä katettua koko alue 1 – 15 l/min. Kuviossa 3b havainnollistetaan
 imuilmanavaan syötettävää vesimäärää Q moottorin kuormituksen
 (Load) funktiona. Paine on järjestelmässä tyypillisesti vakio. Kun
 moottorin kuormitus kasvaa lisätään imuilmaan vettä syöttävien suut-
 5 timien kautta virtaavaa nestemäärää lisäämällä suuttimien määrää
 ja/tai valitsemalla suutin, jonka kautta pääsee virtaamaan suurempi
 nestemäärä aikayksikössä. Kun moottorin kuormitus pienenee vähen-
 netään imuilmaan nestettä syöttävien suuttimien kautta virtaavaa nes-
 temäärää vähentämällä suuttimien määrää ja/tai valitsemalla suutin,
 10 jonka kautta pääsee virtaamaan pienempi nestemäärä aikayksikössä.
 Edellä kuvatun toimenpiteen yhteydessä säädetään vastaavasti paluu-
 putkeen ns. ohisyötettävän veden määrää kääntäen verrannollisesti
 suuttimien kautta syötettävän veden määrään. Vastaavasti säädetään
 kuristusta niin, että, ainakin silloin kun järjestelmässä suihkutetaan
 15 nestettä imuilman joukkoon, järjestelmän k -arvojen summa (Σk) pysyy
 olennaisesti vakiona riippumatta siitä johdetaanko nestettä suuttimien
 kautta vai paluuputken kautta tai osa suuttimien kautta ja osa, olennai-
 sesti loppuosa, paluuputken kautta. Suuttimen virtausmäärä noudattaa
 kaavaa $Q=k\sqrt{p}$, jossa kaavassa Q on virtausmäärä, p on paine, joka
 20 painaa väliainetta suuttimen läpi ja k on suuttimen vastus. Kertoimen k
 arvo riippuu mm. suuttimen aukon pinta-alasta. Jos aukko on pyöreä
 kertoimen k arvo riippuu aukon halkaisijasta d seuraavasti $k=0.78*d^2$,
 kun aukko on ns. lyhyt aukko. Paluujohdon vastus on sovitettu vastaa-
 maan suljettuna olevien suuttimien vastusta. Ohivirtaavaa nestettä pa-
 25 luujohdossa 305 voidaan myös kierrättää lämmönvaihtimen kautta, jol-
 loin nesteen lämpöä voidaan käyttää hyödyksi ja/tai lämmönvaihtimella
 siihen voidaan tuoda lisää lämpöä. Paluujohdossa 305 voidaan myös jär-
 jestää suodatinelin kierrätetyn nesteen epäpuhtauksien suodattamiseksi.
 Luonnollisesti myös nestelähteestä tuleva vesi voidaan johtaa suo-
 30 datinelinen läpi epäpuhtauksien poistamiseksi ainakin osittain.

Laitteisto voi lisäksi käsittää välineet, jotka tuottavat paineistettua il-
 maa pisarakoon edelleen pienentämiseksi. Järjestelmä voi edelleen kä-
 sittää paineistetun ilman tuottamiseen tarkoitettua laitteiston, jonka
 35 avulla suuttimet puhdistetaan käytön jälkeen sekä estetään niiden tuk-
 keutuminen. Kuviossa 4 on esitetty puhdistusjärjestelmä vesisumutus-
 järjestelmässä, erityisesti imuilman kostutukseen tarkoitetussa ve-

sisumutusjärjestelmässä, joka käsittää ainakin yhden suihkutussuuttimen 401a, 401b, 401c, 401d nesteen suihkuttamiseksi imuilmaan, Laitteisto käsittää välineet 420, 421, 425a, 425b, 425c, 425d toisen paineväliaineen tuomiseksi suuttimelle 401a, 401b, 401c, 401d, imuilman 5 kostutukseen tarkoitetun ensimmäisen paineväliaineen, kuten nesteen ja/tai kaasun, syötön katkettua suuttimelle, suuttimen tukkeutumisen estämiseksi. Laitteisto käsittää paineväliainelähteen, kuten paineilmaa pumppaavan pumpun 420 ja välineet paineväliaineen johtamiseksi paineväliaine lähteeltä suuttimelle 401a, 401b, 401c, 401d.

10 Toisen paineväliaineen johtamiseen käytetään putkijohtoa 421, 425a, 425b, 425c, 425d, joka on yhdistetty suuttimen syöttökanavaan 402a, 402b, 402c, 402d venttiilielimen A1, B1, C1, D1 ja suuttimen 401a, 401b, 401c, 401d väliin. Kuhunkin toisen paineväliaineen syöttämiseen käytettävään putkijohtoon 425a, 425b, 425c, 425d on järjestetty vasta-

15 venttiili 423 ensimmäisen väliaineen pääsyn estämiseksi syöttökanavan kautta muille suuttimilla ja/tai paineväliainelähteeseen. Toinen paineväliaine on nestettä ja/tai kaasua.

Kuviossa 5 on esitetty vielä eräs keksinnön mukaisen vesisumutusjärjestelmän sovellutusmuoto. Siinä on useita suuttimia 1a, 1b, 1c, 1d 20 järjestetty syöttökanaviin 2a, 2b, 2c, 2d eri määriä ja eri kohtiin imuilmakekanavaa K. Myös tässä sovellutusmuodossa suuttimien syöttökanaviin 2a, 2b, 2c, 2d menevää nestevirtausta ja paluukanavan 3a, 3b, 3c, 3d nestevirtausta säättäviä venttiilielimiä A1-A2, B1-B2, C1-C2, D1-D2

25 ohjataan pareittain. Venttiilielinipareja ohjataan sopivimmin solenoidiventtiileillä A1', B1', C1', D1'. Paluukanaviin on järjestetty säädettävä kuristus 17a, 17b, 17c, 17d, joiden avulla voidaan säätää virtaus halutuksi. Vastaavasti myös painetta voidaan vaihdella avaamalla ja sulke-

30 malla paluukanavan kuristinelimiä. Tässä sovellutusmuodossa venttiilielimet ja kuristimet on järjestetty säätölohkoksi, joka on kuviossa merkitty numerolla 39 ja katkoviivalla. Myös tässä sovellutusmuodossa on suuttimien puhdistusjärjestelmä, jossa paineväliainetta, kuten paineilmaa tuodaan johtoa 21 pitkin paineväliainelähteestä pumpulla. Puhdistusjärjestelmän paineväliaineen syöttöjohtoon 21 on järjestetty säädettävä 35 kuristinelin, virtauksen säätöä varten. Säätöjärjestelmä käsittää edelleen lämpötilan säätöjärjestelmän, jolla voidaan säätää suihkutettavan nesteen lämpötilaa. Järjestelmä käsittää paluujohtoon 5 järjestetyn

lämmönvaihdin 33, jolle voidaan tuoda lämpöä johtoa pitkin venttiilin 38 kautta. Pienellä suihkutettavalla nestemäärällä suuri osa pumpun syöttämästä nestemäärästä palaa paluujohtoa pitkin takaisin. Ainakin osa paineesta muuttuu lämmöksi kuristin 17 a - 17d läpi
5 siirtyessään, jolloin paluujohtoon tuleva neste lämpenee. Paluujohdosta ainakin osa nesteestä voidaan ohjata joko suoraan pumpulle 6 tai tankkiin 10. Tällöin esitetty lämmönvaihdin 33 saattaa olla tarpeeton, koska järjestelmä itsessään tuo nesteeseen riittävästi lämpöä. Vastavasti lämmönvaihdin 33 voi myös ottaa talteen lämpöä ja siirtää sen
10 toiseen kohteeseen. Paluujohtoon 5 on myös edullisesti järjestetty suodatinerin 34, epäpuhtauksien poistamiseksi nesteestä.

Keksinnön mukaisessa järjestelmässä voidaan nesteen joukkoon tuoda myös toista paineväliainetta kuten kaasua, sopivimmin ilmaa. Tällöin
15 voidaan hyödyntää samantyyppistä ratkaisua kun esimerkiksi suomalaisessa, tämän hakemuksen hakemuspäivänä ei-julkisessa, patenttihakemuksessa FI 20010514.

Alan ammattihenkilölle on selvää, että keksintö ei ole rajoitettu edellä
20 esitettyihin sovellutusmuotoihin, vaan sitä voidaan vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset

1. Vesisumutusjärjestelmä, erityisesti mäntämoottorin imuilman kostuttamiseksi typploksidipäästöjen vähentämiseksi, joka järjestelmä käsittää ainakin yhden suuttimen (9, 10, 11, 12, 13) vesipitoisen nestesumun suihkuttamiseksi imuilmakanavaan (2) sekä välineet suihkuttettavan nesteen johtamiseksi suuttimelle, t u n n e t t u siitä, että järjestelmä käsittää välineet säädettävän vesipitoisen nestesumutuksen aikaansaamiseksi ainakin yhteen kohtaan imuilmakanavassa (2) riippuen moottorin kuormasta ja/tai kierrosluvusta ja/tai lämpötilasta.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen vesisumutusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmässä imuilmakanavaan (2) sumutettava vesipitoinen nestemäärä jaetaan usealle suuttimelle (9, 10, 11, 12, 13).
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen vesisumutusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, sumutettava vesipitoinen nestemäärä jaetaan imuilmakanavassa (2) suuremmalle alueelle optimaalisen haihdutuksen aikaansaamiseksi, edullisimmin kohtiin, joissa on korkea lämpötila ja/tai ilmavirtaus tai niiden läheisyyteen.
4. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 3 mukainen vesisumutusjärjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmässä sumuttavien suutinten (9, 10, 11, 12, 13) lukumäärä on sovitettu sumutettavan nestemäärän tarpeen mukaan.
5. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 4 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että nestesumun suihkutuskohda ja/tai suihkutussuunta on sovitettu sumutettavan vesipitoisen nestemäärän tarpeen mukaan.
6. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 5 mukainen järjestelmä, t u n n e t t u siitä, että järjestelmä käsittää ominaisuuksiltaan erilaisia suuttimia (9, 10, 11, 12, 13), jolloin suihkuttavien suutinten määrää ja/tai suutintyyppiä vaihdellaan vesimäärän tarpeen mukaan.

7. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 6 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmässä useita suuttimia (9-13) on järjestetty samaan kiinnitysrunkoon (6, 7).

5 8. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 7 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää säätölaitteiston, jolla ainakin osan suuttimista (9 - 13) suihkutusta voidaan säätää.

10 9. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 8 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää ainakin yhden venttiilielimen (13, 14), jolla ainakin yhdelle suuttimelle (9 - 13) menevää nesteenkulkutietä säädetään ja/tai avataan/suljetaan.

15 10. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 9 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää säätöjärjestelmän, jonka avulla paine suuttimille menevässä ainakin yhdessä syöttöputkessa (17) pidetään ainakin lähes vakiona tai ennalta määritetyllä tasolla pumpun tuotosta riippumatta.

20 11. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 10 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää tuotonsäätöpumppuyksikön, jossa säädetään vakioaine paineohjauksella niin, että paine on ainakin yhdessä suuttimille menevässä syöttöputkessa (17) vakio.

25 12. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 10 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää säätöjärjestelmän, jossa on vakiotuottoinen pumppu ja jossa säädetään vakioaine ainakin yhdessä suuttimille menevässä syöttöputkessa venttiilijärjestelmällä.

30 13. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 12 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että järjestelmä käsittää edelleen järjestelmän suuttimien puhdistamiseksi ja/tai puhtaanapitämiseksi.

35 14. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 13 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että paine nesteen syöttöputkistossa on 10 - 300 bar.

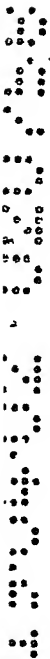
15. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 14 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että vesisumun pisarakoko on tyypillisesti alle 200 mikrometriä.

5

16. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 15 mukainen järjestelmä, tunnettu siitä, että ainakin yhdelle suuttimelle tuodaan toista paineväliainetta, tyypillisesti kaasua, edullisimmin ilmaa.

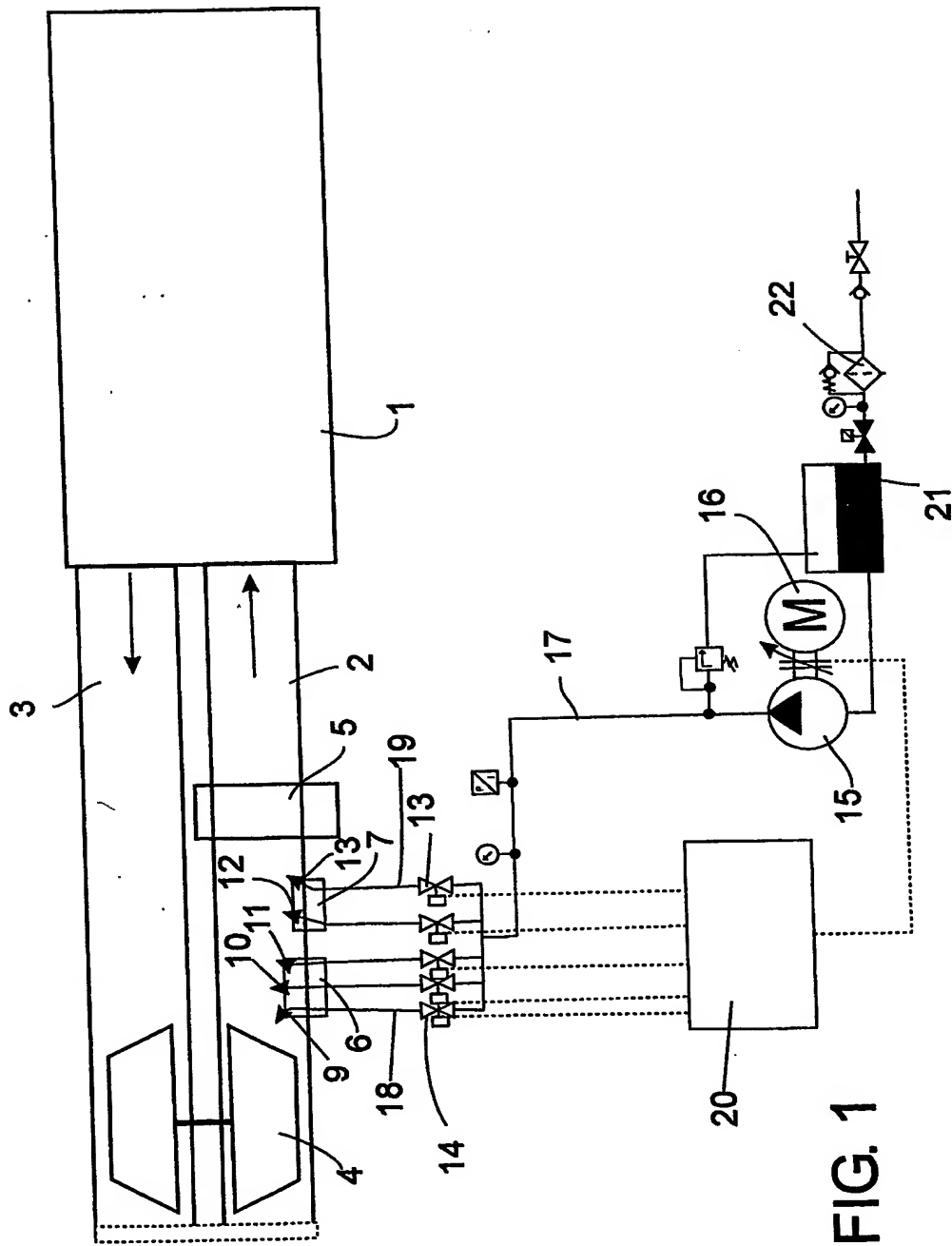
10

17. Jonkin patenttivaatimuksista 1 - 16 mukainen laitteisto, tunnettu siitä, että laitteisto käsittää välineet suihkutettavan nesteen lämpötilan säätämiseksi.



(57) TIIVISTELMÄ

Vesisumutusjärjestelmä, erityisesti mäntämoottorin
5 imuilman kostuttamiseksi typpioksidipäästöjen vä-
hentämiseksi, joka järjestelmä käsittää ainakin yh-
den suuttimen (9, 10, 11, 12, 13) vesipitoisen nes-
tesumun suihkuttamiseksi imuilmakanavaan (2) sekä
välineet suihkutettavan nesteen johtamiseksi suutti-
10 melle. Järjestelmä käsittää välineet säädettävän ve-
sisumutuksen aikaansaamiseksi ainakin yhteen koh-
taan imuilmakanavassa (2) riippuen moottorin kuor-
masta ja/tai kierrosluvusta ja/tai lämpötilasta.
(Fig. 1)



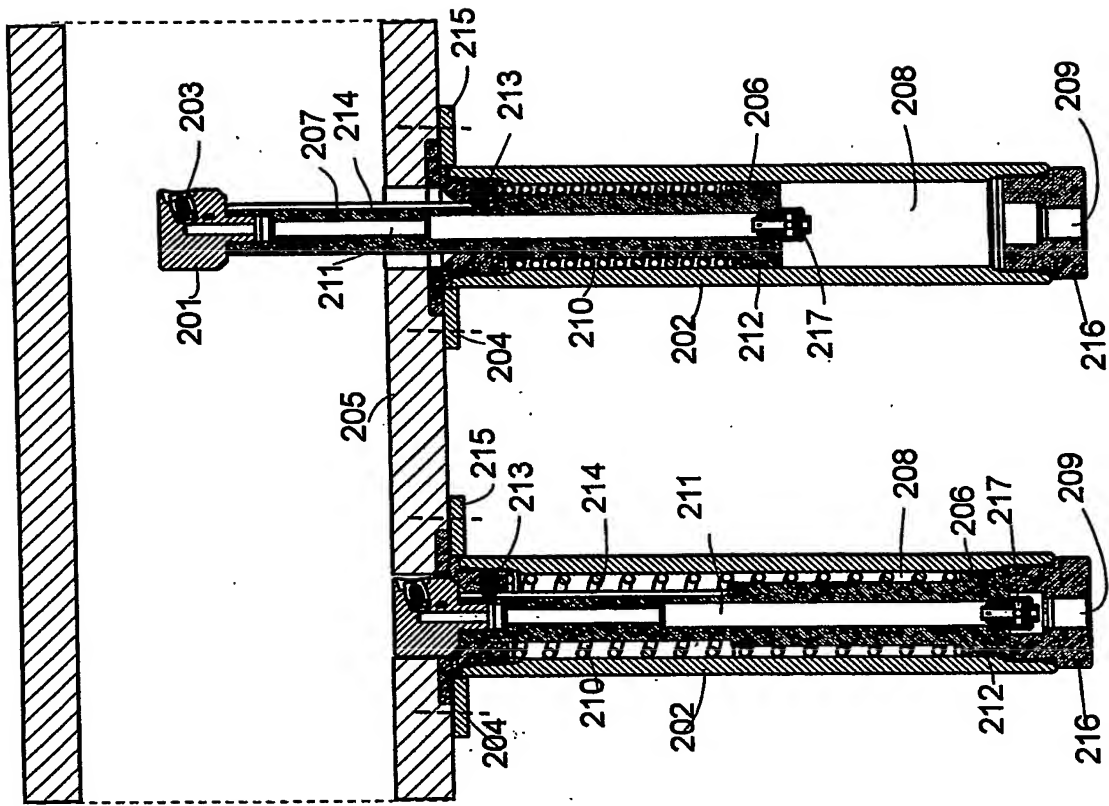
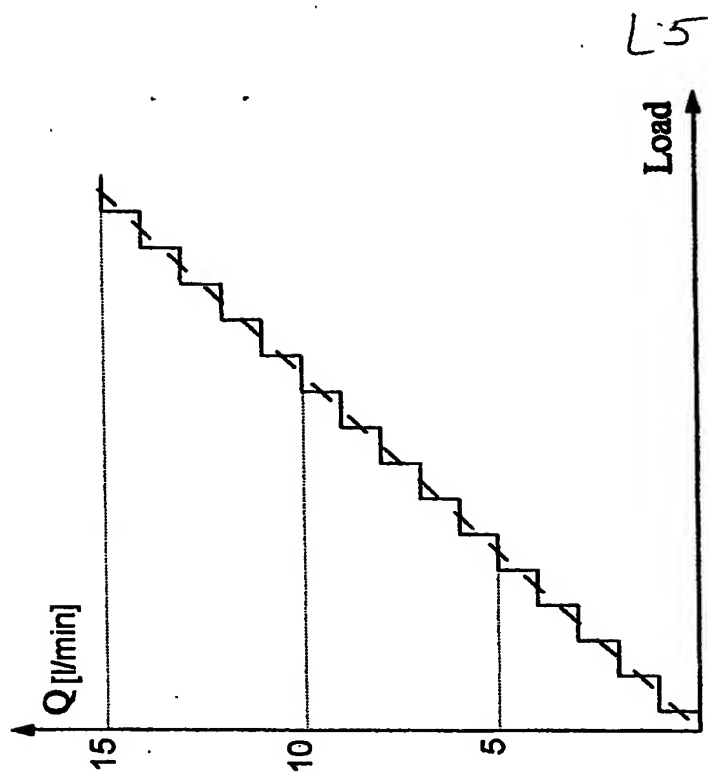
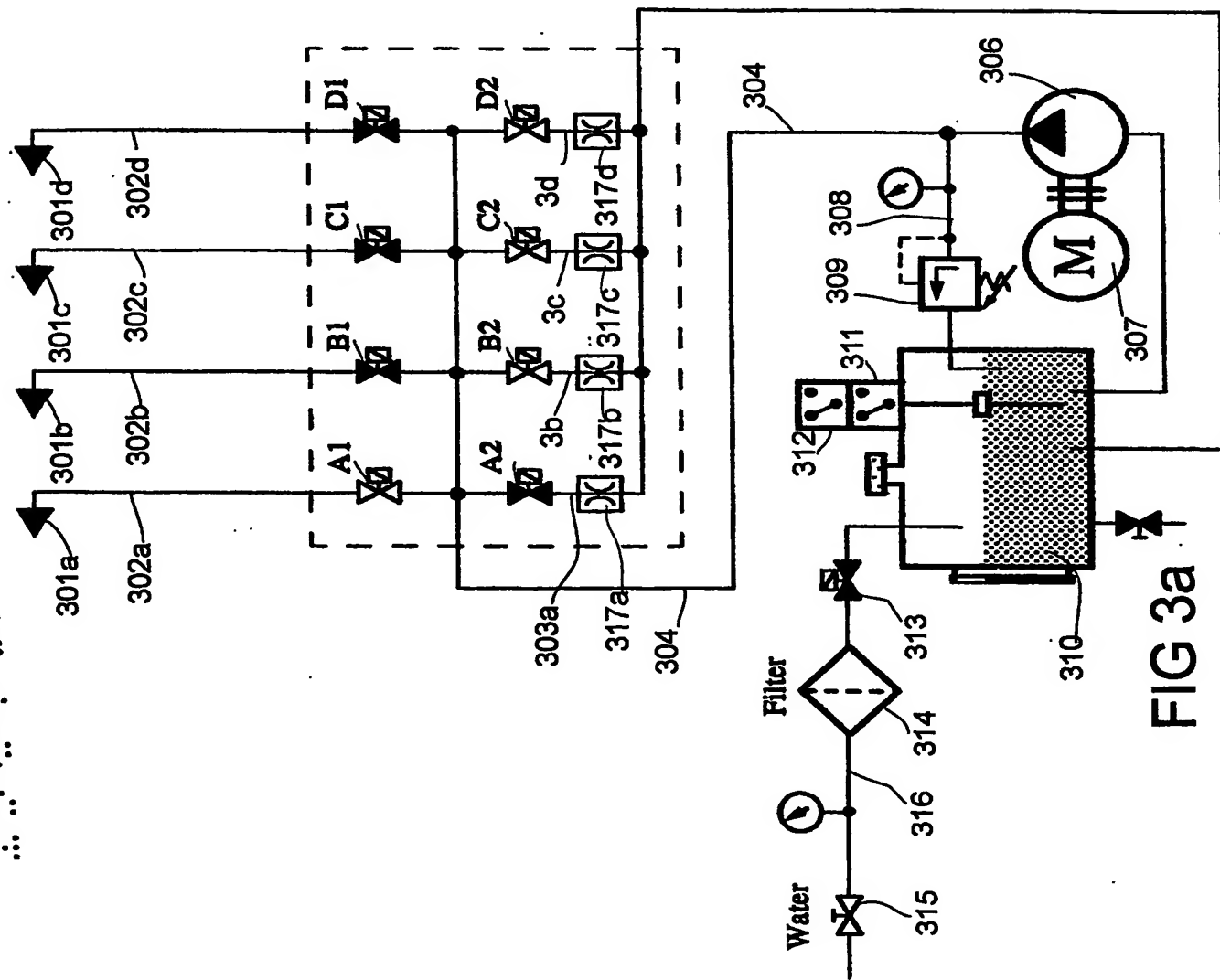


FIG 2 b

FIG 2 a



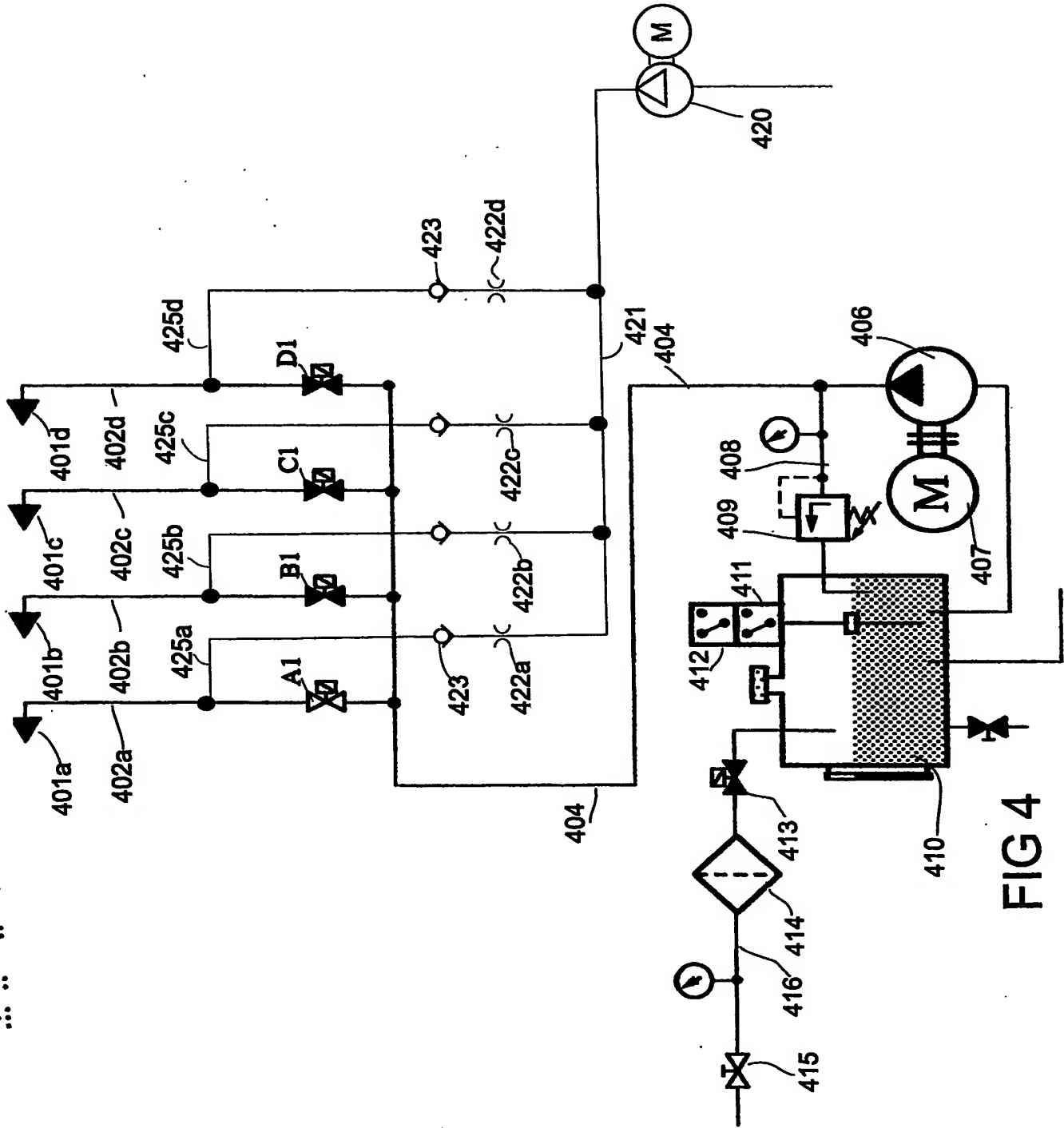


FIG 4

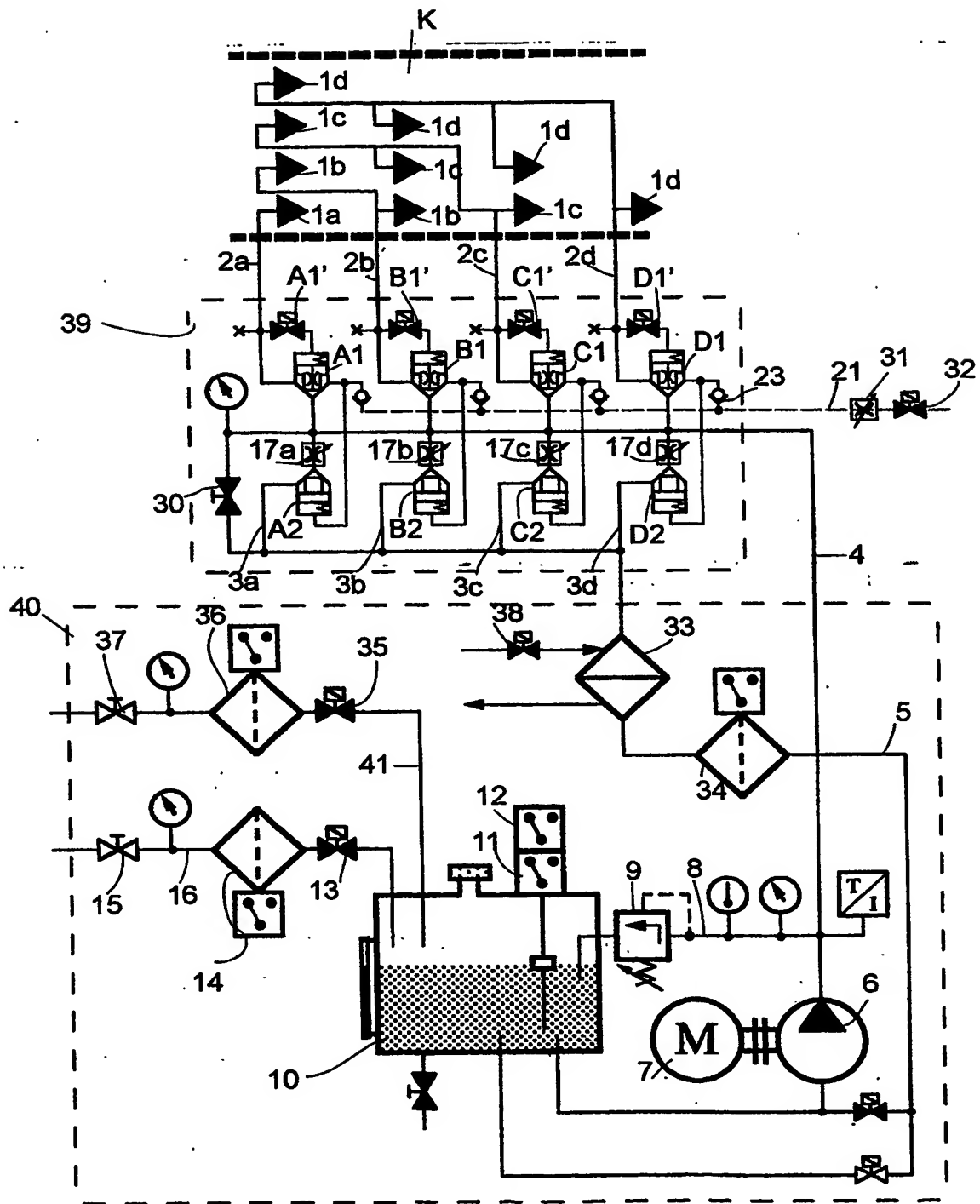


FIG. 5